MQ

Очередь сообщений (или **почтовый ящик**) — в информатике — программно-инженерный компонент, используемый для межпроцессного или межпотокового взаимодействия внутри одного процесса. Для обмена сообщениями используется очередь.

Парадигма очереди сообщений сродни шаблону издатель-подписчик и обычно является частью более крупной системы промежуточного программного обеспечения, ориентированной на обработку сообщений. Большинство систем обмена сообщениями в своих API поддерживают модели как очереди сообщений, так и «издатель-подписчик».

Обзор

Очереди сообщений предоставляют асинхронный протокол передачи данных, означая, что отправитель и получатель сообщения не обязаны взаимодействовать с очередью сообщений одновременно. Размещённые в очереди сообщения хранятся до тех пор, пока получатель не получит их.

Очереди сообщений имеют неявные или явные ограничения на размер данных, которые могут передаваться в одном сообщении, и количество сообщений, которые могут оставаться в очереди.

Многие реализации очередей сообщений функционируют внутренне: внутри операционной системы или внутри приложения. Такие очереди существуют только для целей этой системы.

Другие реализации позволяют передавать сообщения между различными компьютерными системами, потенциально подключая несколько приложений и несколько операционных систем. Эти системы очередей сообщений обычно обеспечивают расширенную функциональность для обеспечения устойчивости, чтобы гарантировать, что сообщения не будут «потеряны» в случае сбоя системы.

Применение

Для реализации очереди сообщений устанавливается и настраивается программное обеспечение для организации очередей сообщений (диспетчер очереди или брокер) и определяет именованную очередь сообщений. Или они регистрируются в службе очередей сообщений.

Затем приложение регистрирует программную процедуру, которая «слушает» сообщения, помещённые в очередь.

Второе и последующие приложения могут подключаться к очереди и передавать на неё сообщение.

Программное обеспечение менеджера очередей сохраняет сообщения до тех пор, пока принимающее приложение не подключится, а затем вызовет зарегистрированную программную процедуру. Затем приложение-получатель обрабатывает сообщение соответствующим образом.

Существует множество вариантов точной семантики передачи сообщений, в том числе:

- Долговечность — сообщения могут храниться в памяти, записываться на диск или даже передаваться в СУБД, если необходимость в надёжности указывает на более ресурсоёмкое решение.
- Политики безопасности — какие приложения должны иметь доступ к этим сообщениям?
- Политики очистки сообщений — очереди или сообщения могут иметь «время жизни».
- Фильтрация сообщений — некоторые системы поддерживают фильтрацию данных, так что абонент может видеть только сообщения, соответствующие заранее определённым критериям.
- Политики доставки — должны ли мы гарантировать доставку сообщения хотя бы один раз или не более одного раза?
- Политики маршрутизации — в системе со многими серверами очереди какие серверы должны получать сообщения или сообщения очереди?
- Политики дозирования — должны ли сообщения доставляться немедленно? Или система должна немного подождать и попытаться доставить много сообщений одновременно?
- Критерии очерёдности — когда сообщение должно считаться «помещённым в очередь»? Когда в одной очереди? Или когда быть

перенаправленным, по крайней мере, в одну удалённую очередь? Или ко всем очередям?

- Уведомление о получении — издателю может потребоваться узнать, когда некоторые или все подписчики получили сообщение.

Все эти факторы могут существенно повлиять на семантику транзакций, надёжность и эффективность системы.

Стандарты и протоколы

Исторически очередь сообщений использовала собственные закрытые протоколы, которые ограничивали способность различных операционных систем или языков программирования взаимодействовать в гетерогенном множестве сред.

Появились три стандарта, которые используются в реализациях очереди сообщений с открытым исходным кодом:

1. Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) — многофункциональный протокол очереди сообщений
2. STOMP (STOMP) — простой текстовый протокол сообщений
3. MQTT (ранее MQ Telemetry Transport) — протокол облегчённой очереди сообщений, особенно для встроенных устройств

Эти протоколы находятся на разных стадиях стандартизации и реализации. Первые два работают на том же уровне, что и HTTP, MQTT на уровне TCP/IP.

Синхронный или асинхронный

Многие из широко известных протоколов связи используются синхронно. Протокол HTTP, используемый во Всемирной паутине и в веб-сервисах, предлагает наглядный пример, когда пользователь отправляет запрос на веб-страницу, а затем ждёт ответа.

Однако существуют сценарии, в которых синхронное поведение не подходит. Например, AJAX (асинхронный JavaScript и XML) можно использовать для асинхронной отправки текстовых, JSON- или XML-сообщений для обновления части веб-страницы с более релевантной информацией.

Источник.

Принципы работы очередей сообщений. Особенности запросов и ответов

Очереди предоставляют буфер для временного хранения сообщений и конечные точки, которые позволяют подключаться к очереди для отправки и получения сообщений в **асинхронном режиме**.

В сообщениях могут содержаться запросы, ответы, ошибки и иные данные, передаваемые между программными компонентами. Компонент, называемый производителем (Producer), добавляет сообщение в очередь, где оно будет храниться, пока другой компонент, называемый потребителем (Consumer), не извлечет сообщение и не выполнит с ним необходимую операцию.

Очередь сообщений

Очереди поддерживают получение сообщений как методом Push, так и методом Pull:

- **метод Pull** подразумевает периодический опрос очереди получателем по поводу наличия новых сообщений;
- **метод Push** — отправку уведомления получателю в момент прихода сообщения. Второй метод реализует модель «Издатель/Подписчик» (Publisher/Subscriber).

Так как очереди могут использоваться несколькими производителями и потребителями одновременно, обычно их реализуют с помощью дополнительной системы, называемой брокером. Брокер сообщений (Message Broker) занимается сбором и маршрутизацией сообщений на основе предопределенной логики. Сообщения могут передаваться с некоторым ключом — по этому ключу брокер понимает, в какую из очередей (одну или несколько) должно попасть сообщение.

Вернемся к примеру с отправкой рецензии. Пусть та часть сервиса, к которому обращается пользователь, выступит в качестве производителя и будет направлять запросы на создание рецензий в очередь. Сразу после добавления сообщения в очередь пользователю можно направлять уведомление об успехе операции. Вся последующая логика обработки будет выполняться независимо от него на стороне потребителя, подписанного на очередь.

Завершив обработку, потребитель отправит подтверждение в очередь, после чего исходное сообщение будет удалено. Но если во время обработки

произойдет сбой и подтверждение не будет получено вовремя, сообщение может быть повторно извлечено потребителем из очереди.

Вариант асинхронного взаимодействия на основе очереди сообщений

Таким образом, использование очередей сообщений решает сразу две задачи: сокращает время ожидания пользователя за счет асинхронной обработки и предотвращает потерю информации при сбоях. Но не следует рассматривать очереди как универсальное средство для любого вида приложений: как и у любого инструмента, у них есть свои преимущества и недостатки, о которых мы поговорим ниже.

Источник.

Варианты использования очередей сообщений

Очереди сообщений полезны в тех случаях, где возможна асинхронная обработка. Рассмотрим наиболее частые сценарии использования очередей сообщений (Message Queue use Cases):

1. Фоновая обработка долгосрочных задач на веб-сайтах Сюда можно отнести задачи, которые не связаны напрямую с основным действием пользователя сайта и могут быть выполнены в фоновом режиме без необходимости ожидания с его стороны. Это обработка изображений, преобразование видео в различные форматы, создание отзывов, индексирование в поисковых системах после изменения данных, отправка электронной почты, формирование файлов и так далее.
2. Буферизация при пакетной обработке данных Очереди можно использовать в качестве буфера для некоторой массовой обработки, например пакетной вставки данных в БД или HDFS. Очевидно, что гораздо эффективнее добавлять сто записей за раз, чем по одной сто раз, так как сокращаются накладные расходы на инициализацию и завершение каждой операции. Но для стандартной архитектуры может стать проблемой генерация данных клиентской службой быстрее, чем их может обработать получатель. Очередь же предоставляет временное хранилище для пакетов с данными, где они будут храниться до завершения обработки принимающей стороной.

3. Отложенные задачи Многие системы очередей позволяют производителю указать, что доставка сообщений должна быть отложена. Это может быть полезно при реализации льготных периодов. Например, вы разрешаете покупателю отказаться от размещения заказа в течение определенного времени и ставите отложенное задание в очередь. Если покупатель отменит операцию в указанный срок, сообщение можно удалить из очереди.
4. Сглаживание пиковых нагрузок Помещая данные в очередь, вы можете быть уверены, что данные будут сохранены и в конечном итоге обработаны, даже если это займет немного больше времени, чем обычно, из-за большого скачка трафика. Увеличить скорость обработки в таких случаях также возможно — за счет масштабирования нужных обработчиков.
5. Гарантированная доставка при нестабильной инфраструктуре Нестабильная сеть в сочетании с очередью сообщений создает надежный системный ландшафт: каждое сообщение будет отправлено, как только это будет технически возможно.
6. Упорядочение транзакций Многие брокеры поддерживают очереди FIFO, полезные в системах, где важно сохранить порядок транзакций. Если 1000 человек размещают заказ на вашем веб-сайте одновременно, это может создать некоторые проблемы с параллелизмом и не будет гарантировать, что первый заказ будет выполнен первым. С помощью очереди можно определить порядок их обработки.
7. Сбор аналитической информации Очереди часто применяют для сбора некоторой статистики, например использования определенной системы и ее функций. Как правило, моментальная обработка такой информации не требуется. Когда сообщения поступают в веб-службу, они помещаются в очередь, а затем при помощи дополнительных серверов приложений обрабатываются и отправляются в базу данных.
8. Разбиение трудоемких задач на множество маленьких частей Если у вас есть некоторая задача для группы серверов, то вам необходимо выполнить ее на каждом сервере. Например, при редактировании шаблона мониторинга потребуется обновить мониторы на каждом сервере, использующем этот шаблон. Вы можете поставить сообщение в очередь для каждого сервера и выполнять их одновременно в виде небольших операций.

9. Прочие сценарии, требующие гарантированной доставки информации и высокого уровня отказоустойчивости Это обработка финансовых транзакций, бронирование авиабилетов, обновление записей о пациентах в сфере здравоохранения и так далее.

Сложности использования и недостатки очередей сообщений: как с ними справляться

Несмотря на многочисленные преимущества очередей сообщений, самостоятельное их внедрение может оказаться довольно сложной задачей по нескольким причинам:

- По сути, это еще одна система, которую необходимо купить/установить, правильно сконфигурировать и поддерживать. Также потребуются дополнительные мощности.
- Если брокер когда-либо выйдет из строя, это может остановить работу многих систем, взаимодействующих с ним. Как минимум необходимо позаботиться о резервном копировании данных.
- С ростом числа очередей усложняется и отладка. При синхронной обработке сразу очевидно, какой запрос вызвал сбой, например, благодаря иерархии вызовов в IDE. В очередях потребуется позаботиться о системе трассировки, чтобы быстро связать несколько этапов обработки одного запроса для обнаружения причины ошибки.
- При использовании очередей вы неизбежно столкнетесь с выбором стратегии доставки сообщений. В идеале сообщения должны обрабатываться каждым потребителем однократно. Но на практике это сложно реализовать из-за несовершенства сетей и прочей инфраструктуры. Большинство брокеров поддерживают две стратегии: доставка хотя бы раз (At-least-once) или максимум раз (At-most-once). Первая может привести к дубликатам, вторая — к потере сообщений. Обе требуют тщательного мониторинга. Некоторые брокеры также гарантируют строго однократную доставку (Exactly-once) с использованием порядковых номеров пакетов данных, но даже в этом случае требуется дополнительная проверка на стороне получателя.

В каких случаях очереди неэффективны

Конечно, очереди не являются универсальным средством для любых приложений. Рассмотрим варианты, когда очереди не будут самым эффективным решением:

- У вашего приложения простая архитектура и функции, и вы не ожидаете его роста. Важно понимать, что очереди сообщений — это дополнительная сложность. Эту систему также необходимо настраивать, поддерживать, осуществлять мониторинг ее работы и так далее. Да, можно использовать Managed-решение, но вряд ли это будет оправдано для небольших приложений. Добавление очередей должно упрощать архитектуру, а не усложнять ее.
- Вы используете монолитное программное обеспечение, в котором развязка (Decoupling) невозможна или не приоритетна. Если вы не планируете разбивать монолит на микросервисы, но вам требуется асинхронность — для ее реализации обычно достаточно стандартной многопоточной модели. Очереди могут оказаться избыточным решением до тех пор, пока не возникнет явная необходимость в разделении приложения на автономные компоненты, способные независимо выполнять задачи.

Источник.

Брокер сообщений

Брокер сообщений представляет собой тип построения архитектуры, при котором элементы системы «общаются» друг с другом с помощью посредника. Благодаря его работе происходит снятие нагрузки с веб-сервисов, так как им не приходится заниматься пересылкой сообщений: всю сопутствующую этому процессу работу он берёт на себя.

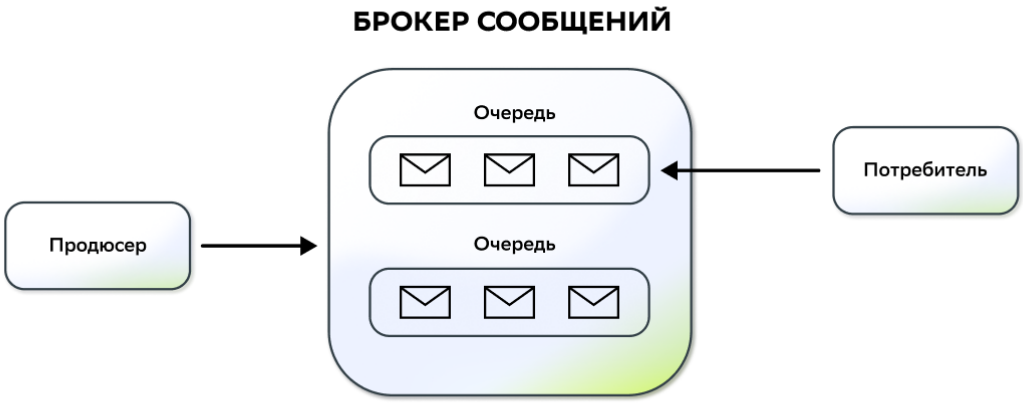
Можно сказать, что в работе любого брокера сообщений используются две основные сущности: producer (издатель сообщений) и consumer (потребитель/подписчик).

Одна сущность занимается созданием сообщений и отправкой их другой сущности-потребителю. В процессе отправки есть ещё серединная точка, которая представляет собой папку файловой системы, где хранятся сообщения, полученные от продюсера.

Здесь возможны несколько вариантов:

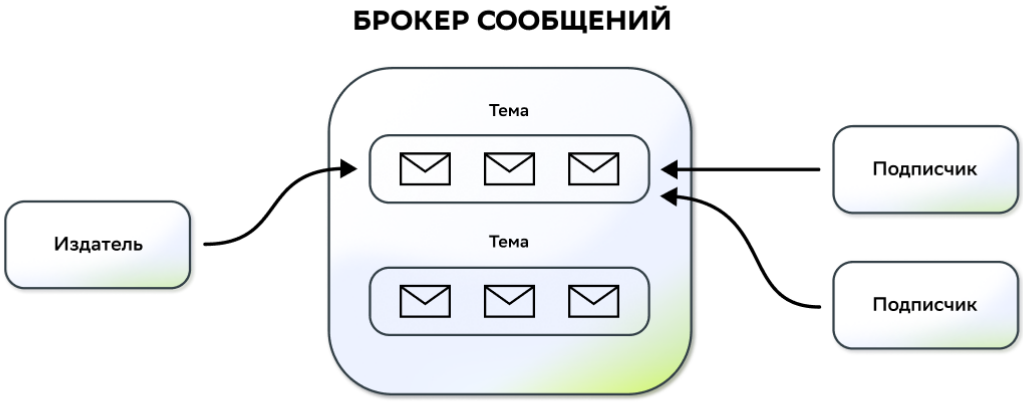
- *Сообщение отправляется напрямую от отправителя к получателю.*

В этом случае каждое сообщение используется только однократно;



- *Схема публикации/подписки.*

В рамках этой схемы обмена сообщениями отправитель не знает своих получателей и просто публикует сообщения в определённую тему. Потребители, которые подписаны на эту тему, получают сообщение. Далее на базе этой системы может быть построена работа с распределением задач между подписчиками. То есть выстроена логика работы, когда в одну и ту же тему публикуются сообщения для разных потребителей. Каждый «видит» уникальный маркер своего сообщения и забирает его для исполнения.



Для чего нужны брокеры сообщений?

- Для организации связи между отдельными службами, даже если какая-то из них не работает в данный момент. То есть продюсер может отправлять сообщения, несмотря на то, проявляет ли активность потребитель в настоящее время.
- За счёт асинхронной обработки задач можно увеличить производительность системы в целом.
- Для обеспечения надёжности доставки сообщений: как правило, брокеры обеспечивают механизмы многократной отправки сообщений в тот же момент или через определённое время. Кроме того, обеспечивается соответствующая маршрутизация сообщений, которые не были доставлены.

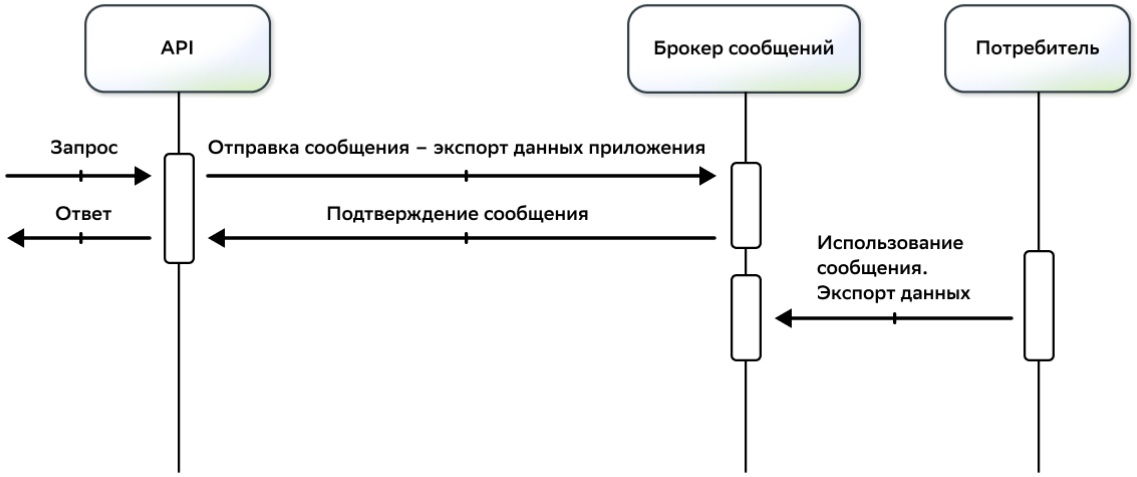
Недостатки брокеров сообщений:

- Усложнение системы в целом как таковой, так как в ней появляется ещё один элемент. Кроме того, возникает зависимость от надёжности распределённой сети, а также потенциальная возможность возникновения проблем из-за потребности в непротиворечивости данных, так как некоторые элементы системы могут обладать неактуальными данными.
- Из-за асинхронной работы всей системы, а также её распределённого характера могут возникать ошибки, выяснение сути которых может стать непростой задачей.

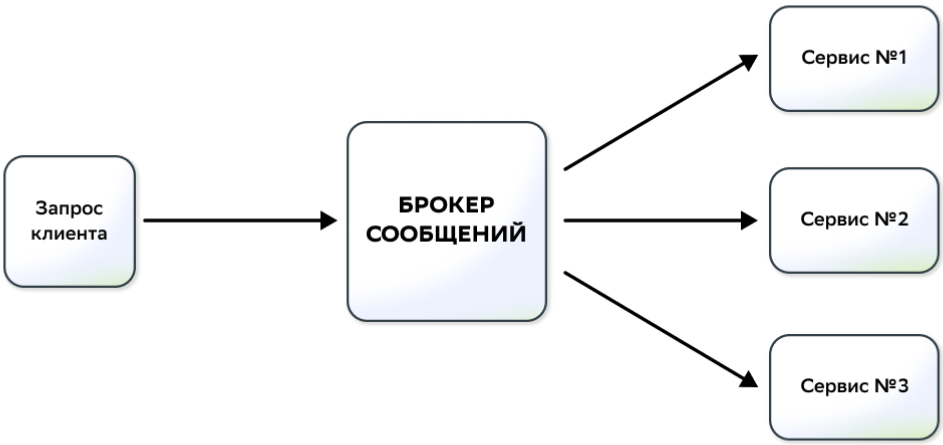
- Освоение подобных систем является не самым простым вопросом и может занять существенное время.

Когда брокеры сообщений могут быть полезны:

- Если в рамках вашей системы есть действия, которые требуют для своего выполнения много времени и потребляют много ресурсов, при этом они не требуют немедленного результата.



- Микросервисы: если ваша система достаточно сложна и состоит из отдельных сервисов, то для их координации можно использовать брокер сообщений, который в этом случае будет выступать в роли как бы центрального роутера. Каждый сервис подписывается только на свой тип сообщений, выстраивается определённая логика их обработки.



- Мобильные приложения: здесь возможен вариант с задействованием push-уведомлений, когда множество смартфонов с установленным приложением подписаны на определённую тему. Если в ней публикуется какая-либо новость, то подписанный смартфон выводит уведомление.
- Транзакционные системы: если какое-то действие системы состоит из множества отдельных этапов, каждый из которых выполняется отдельным элементом системы, то в этом случае брокер сообщений может выступить в роли своеобразной «доски уведомлений». Каждый сервис отписывается после того, как его этап общей задачи был выполнен. После этого в работу вступает следующий сервис, обрабатывающий, соответственно, следующий этап общей задачи.

Какие есть брокеры сообщений?

Следует сразу оговориться, что брокеров сообщений существует великое множество, и приведённый по ссылке список прямо говорит об этом.

Каждый из них обладает определёнными «фишками» и хорошо решает возложенные на него задачи. Например, если одни предназначены для создания инфраструктуры связи между распределёнными частями приложения, другие предназначены для достаточно специфических задач, например «интернета вещей», и функционируют на основе легковесного протокола MQTT. Подобные брокеры служат для сбора статистики, температуры и других показателей с распределённых датчиков, установленных на определённых машинах, элементах конструкций, географически разных точках территории.

Малое время задержки для прохода сообщения по сети, а также возможность двунаправленной связи в реальном времени (так как MQTT является надстройкой над дуплексным протоколом websockets) позволяют реализовывать достаточно интересные применения. Среди них может быть даже управление робототехническими устройствами в реальном времени. При таком управлении задержка не превышает десятков миллисекунд, что вполне допустимо для низкоскоростных устройств. Например, для управления роботами, движущимися в промышленных цехах и использующимися для перевозки деталей от станков или сырья к производственным станкам.

Также информационные системы на базе протокола MQTT используются в автомобильной сфере и в ряде других промышленных областей (HiveMQ).

Источник.